

تحلیل مهارت و خلاقیت استادکاران سنتی در فن آوری ساخت و شکل نهایی تاق‌های آهنگ لی‌لی‌پوش ایرانی

نیما ولی‌بیگ*، ساناز رهروی‌پوده**، نوشین نظریه***

تاریخ دریافت مقاله:

۱۳۹۸/۰۶/۱۴

تاریخ پذیرش مقاله:

۱۳۹۹/۰۷/۰۸

چکیده

تاق یکی از ساختارهای تشکیل‌دهنده پوشش‌های خمیده در ایران محسوب می‌شود به گونه‌ای که در شکل‌گیری فرم هندسی و کیفیت کالبدی فضا، نقشی چشم‌گیر داشته‌است. در این بین تاق آهنگ یکی از انواع تاق‌های پرکاربرد بوده که به روش‌های گوناگون قابلیت اجرا دارد. شیوه چیدمان تاق لی‌لی‌پوش نیز یکی از انواع چینش تاق آهنگ قلمداد می‌شود که ساختار آن با روش‌های دیگر اجرایی تاق آهنگ متفاوت است؛ همچنین استفاده از این تاق بیشتر در مناطق روستایی انجام می‌شده‌است، چراکه با امکانات محدود در این مناطق امکان چینش این تاق وجود دارد. باور بنیادین این پژوهش آن است که اندازه جرز، میزان بلندی تاق و نوع مصالح در دسترس و مهارت و خلاقیت استادکاران سنتی به شکل مستقیم در فن آوری ساخت و روش چیدمان تاق لی‌لی‌پوش تأثیرگذار است. این مقاله در پی شناخت هندسه تاق آهنگ و شیوه چیدمان تاق لی‌لی‌پوش خواهد بود. پرسش بنیادین این مقاله آن است که چگونه مهارت و خلاقیت استادکاران معماری سنتی در ساخت تاق آهنگ لی‌لی‌پوش و شکل نهایی آن تأثیر می‌گذارد؟ روش این تحقیق از نوع هدف کاربردی و به صورت استنتاجی انجام شده و جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی، مشاهده و گفتگو و مصاحبه نیمه ساختاریافته با استادکاران معماری سنتی ایرانی است؛ با تحلیل‌های به‌عمل‌آمده آشکار شد که روش چیدمان تاق لی‌لی‌پوش تحولی در ساخت تاق آهنگ ایجاد کرده به گونه‌ای که نوع مصالح در دسترس و توانمندی استادکاران در شناخت، ایجاد و اجرای این تاق نقشی تأثیرگذار داشته و نیاز استفاده از چوب و دیوار پشتواره در این روش برطرف شده‌است، چراکه این نوع تاق عموماً در مناطق روستایی مورد استفاده و ساخت قرار می‌گرفته و از آنجاکه کشور ایران در منطقه خشکی قرار گرفته و وجود درختان و به تبعیت از آن، چوب در آن کمیاب است، معماران سنتی در روستاها از این تاق برای مسقف کردن فضاها با توجه به امکانات محدود بهره گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: شیوه ساخت، تاق آهنگ، تاق لی‌لی‌پوش، استادکاران معماری سنتی.

* استادیار دانشگاه مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، ایران.

** استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. sanazrahravi@gmail.com

*** دانشجوی دکتری مرمت ابنیه، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، ایران.

مقدمه

ایران سرزمینی خشک است و عدم دسترسی به چوب موردنیاز باعث شده معماران به راه‌حلهایی دیگر برای پوشش دهانه‌ها و فضاها دست یابند؛ بنابراین انواع تویزه، تاق و گنبد برای پوشش فضاهایی با ابعاد متفاوت ساخته شدند (گدار و همکاران، ۱۳۸۴). در این میان، تاق اندام سازه‌ای منحنی شکلی است که برای پوشش فضا کاربرد داشته اما در گذشته برای اندامی که یک درگاه را می‌پوشانده نیز به کار می‌رفته‌است. گستردگی انواع تاق‌های ایرانی از لحاظ فرم و نحوه عملکرد نیروها در آن‌ها، نیاز به نگرشی مستقل خواهند داشت (معماریان، ۱۳۹۱: ۸۹). یکی از گونه‌های پوشش‌های به‌کاررفته در ساختمان‌های کهن، تاق آهنگ است که بدون نیاز به چوب هم توانایی ساخت خواهد داشت. تاق آهنگ حرکت انتقالی یک چفد در راستای دو پاکار تاق است که در همه یا بخشی از کار ادامه می‌یابد؛ بنابراین بسیاری از ویژگی‌های آن، بستگی به شکل چفد پدیدآورنده تاق خواهد داشت. همچنین گونه چیدمان آجرها در کنار یکدیگر و ستبرای ملات‌ها و خصوصیات آن در روابط پایداری تاق جایگاه ویژه‌ای دارند (ولی بیگ، ۱۳۹۱: ۲). یکی از انواع تاق آهنگ، شیوه لی‌لی‌پوش محسوب می‌شود. این شیوه عموماً در مناطق روستایی و مناطق گرم و خشک کاربرد داشته‌است. شیوه چیدمان تاق‌های لی‌لی‌پوش که در گذر زمان با مصالحی همچون خشت، آجر و سنگ بنا گشته‌اند، تنوع شکلی گوناگونی به‌خود گرفته‌اند که مؤثر از فن‌آوری ساخت برگرفته از هندسه فرم و توانمندی معمار و مصالح در دسترس بوده‌است.

در دوران متمدنی استادکاران معماری سنتی در جهت پوشش فضاها در مناطق گرم و خشک ایران از تاق و گنبد بهره برده‌اند. گنبد عموماً در فضاهایی با عملکرد

عمومی و برای شاخصه و نشانه شهر و آن مکان مورد استفاده قرار گرفته و تاق صرفاً جهت پوشش فضا بوده‌است. استادکاران معماری سنتی در طی دوران مختلف، اقدام به ساخت تاق‌های گوناگونی کرده‌اند که هرکدام از آن‌ها به شیوه‌ای خاص، ویژگی‌های فرمی منحصر به فرد و مصالح متنوع ساخته شده‌است. از آنجاکه در روستاها امکانات خاصی از نظر مصالح و استادکاران باتجربه وجود نداشته، سالیان متمادی این تجربه سبب ساخت تاق لی‌لی‌پوش شده‌است تا در مناطق روستایی با امکانات محدود نیز از پوششی مناسب برای فضاها بهره ببرند. ساخت این نوع تاق براساس تجربه سالیان بسیار معماران سنتی ایران و شناخت و خلاقیت آن‌ها در فن‌آوری ساخت تاق بوده‌است.

شناخت هر چه بیشتر انواع تاق‌های ساخته‌شده در ایران و اطلاع از نحوه ساخت و چیدمان سازه‌ای آن‌ها، به معرفی راهکارهایی در جهت نگهداری و مرمت این عناصر معماری، برای جلوگیری از فراموشی فنون و مهارت‌هایی است که استادکاران زبردست با استفاده از مصالحی چون خاک و گسترش ناچیز امکانات، گوناگونی شکل‌ها را متناسب با بوم پیرامون، به‌کار بسته‌اند و اکنون حفظ، پاسبانی و انتقال این میراث، حائز اهمیت است؛ بنابراین پژوهش حاضر بر آن است تا نقش هندسه، چینش آجر و خلاقیت استادکاران در شکل‌گیری و نحوه ساخت و فرم نهایی تاق‌های آجری ایرانی (تاق لی‌لی‌پوش) را مورد بررسی قرار دهد تا مهارت و میراث فنی گذشتگان جهت مرمت و احیای امروزی این تاق‌ها خصوصاً در مناطق روستایی، مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهداف ذکر شده، سؤالاتی که در این نوشتار مطرح و به آن پرداخته خواهد شد به شرح زیر است:

- چگونه استادکاران معماری سنتی با توجه به شکل

به تنهایی پاسخ‌گوی متغیرهای تأثیرپذیر این مقاله نبودند)، جهت چهارچوب نظری ترکیبی از این نظریه‌ها، در نظر گرفته شده است. در واقع نظریه‌هایی گزینش شده‌اند که با متغیرهای تأثیرپذیر این نوشتار (هندسه‌ی پلان و توانمندی معماران سنتی) هم‌خوانی بیشتری دارند.

شکل‌های ساختمانی دارای دو ویژگی هستند، یکی خاصیت فیزیکی (مواد متشکله و نحوه ساختمان) و دیگری ویژگی‌های هندسی (مبین شکل هندسی) آثار، که خود شامل دو بخش نظری (هندسه بر روی کاغذ) و عملی (کاربرد دانش هندسه بر محسوسات) است. در دو بخش ذکر شده، به هماهنگی بین دو بخش و رابطه میان علم هندسه و عواملی همچون شکل‌ها، زوایا، اندازه‌ها، خواص و روابط موارد ذکر شده پرداخته می‌شود. در بخش عملی چگونگی در انداختن این اشکال بر مصالح و رابطه تنگاتنگی بین هندسه و نیارش که همگی بر عهده استادکاران سنتی بوده، مدنظر است. معماران سنتی مراحل مختلف نظری و عملی، را در خلق اثر خود می‌پیمودند. آن‌ها آثارشان را با در نظر گرفتن؛ جوانب کاربردی علوم، فنون خاص، مصالح مورد استفاده آن دوران، عوامل محیطی، تسلط بر علوم مختلف، آنچه از پیشینیان آموخته‌اند، مهارت و تجارب خود، شکل می‌دادند. تاق‌های ساخته شده در گذر زمان با مصالحی همچون خشت و آجر بنا گشته و تنوع شکلی گوناگونی به خود گرفته، که متأثر از تکنیک ساخت برگرفته از هندسه‌ی (Golombek, 1988) نظری- عملی و توانمندی معمار بوده است.

روش تحقیق:

در این مقاله جهت پاسخ به سؤالات پژوهش و اثبات فرضیه، از ساختار گذشته‌نگر استفاده شده است. این پژوهش از نوع هدف کاربردی است چراکه سعی بر آن

پلان فضا، تاق‌های لی‌لی‌پوش متنوعی جهت پوشش فضاها، ایجاد کرده‌اند؟

- در فرآیند ساخت این تاق، چگونه پوشش دهی یک فضا با پلان مستطیل، بدون قالب‌بندی انجام می‌شده است؟

- با توجه به تنوع تاق‌های ایرانی، علت استفاده از تاق لی‌لی‌پوش به صورت گسترده، نسبت به سایر تاق‌ها، در مناطق روستایی چیست؟

پیشینه تحقیق

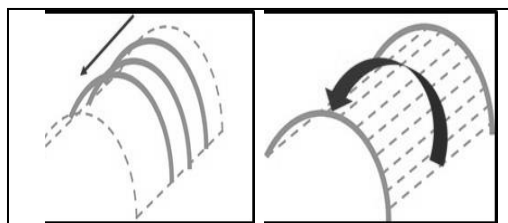
غالب پژوهشگرانی که به مباحث مرتبط با تاق پرداخته‌اند تنها به شکل و یا نحوه ساخت آن‌ها به‌طور کلی بسنده کرده‌اند: (Besenval, 1984)، (کاشانی، ۱۳۶۶؛ معماریان، ۱۳۸۶؛ پیرنیا، ۱۳۷۳؛ زمرشیدی، ۱۳۷۳). بعضی از نویسندگان همچون (Godard, 1936; Besenval, 1984)، نگاهی فرمی به ساختار تاق‌های ایرانی داشته‌اند. همچنین برخی از پژوهشگران نحوه ایستایی آن‌ها را تحلیل کرده‌اند (south, 2005). در منابع محدودی نیز، به عناصر تشکیل‌دهنده تاق‌ها نیز پرداخته شده است (معماریان، ۱۳۹۱؛ زمرشیدی، ۱۳۷۳؛ تهرانی، ۱۳۹۲)؛ مقاله حاضر سعی در ارائه شکل‌گیری عناصر سازه‌ای در کنار فرم هندسی و فن‌آوری ساخت داشته است. لذا برای نخستین بار تحلیلی توأمان از مسئله ساختار پوششی تاق‌های لی‌لی‌پوش با توجه به توانمندی‌های معماران محلی مورد بررسی قرار گرفته و با ارائه تصاویر دقیق و بررسی‌های میدانی موشکافانه و بهره‌گیری از نظریات استادکاران متبحر محلی، جزئیات اجرایی و نحوه اتصالات عناصر تاق‌های لی‌لی‌پوش ارائه شده است.

چارچوب نظری تحقیق:

با توجه به اهداف پژوهش، ماهیت پژوهش (چندمتغیره بودن) و جامع نبودن نظریه‌ها (این نظریه‌ها

هم‌اندازه‌ی موازی به‌دست می‌آید. هنگامی که دو دیوار به‌اندازه دلخواه بالا آمد با انتخاب نوعی منحنی چفد، این تاق را که تقریباً شکلی نیم استوانه دارد اجرا می‌کنند (معماریان، ۱۳۹۱: ۱۳۶).

برای ساخت تاق آهنگ باید در آغاز دو دیوار موازی و عمود بر سطح زمین پدید آورد و سپس شابلون گچی را در آغاز آن نصب کرد. اگر به شکل فرضی در راستای پاکار دو دیوار، شابلون کشیده شود، شکلی تقریباً نیم استوانه پدید می‌آید که به آن «لوله‌ای» یا «کوره پوش»، «تاق آهنگ» می‌گویند (تصویر شماره ۱ و تصویر شماره ۲). این کار در معماری با شیوه‌های گوناگون ساخت و چیدمان با مصالح آجر و سنگ پدید می‌آید (ولی بیگ و همکاران، ۱۳۹۱).



ت ۱. تاق آهنگ بر مبنای حرکت دروانی (منبع:

نگارندگان). تصویر سمت راست

ت ۲. تاق آهنگ بر مبنای حرکت افقی (منبع:



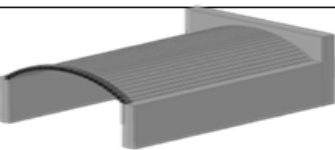
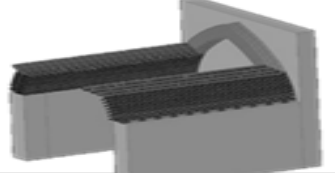
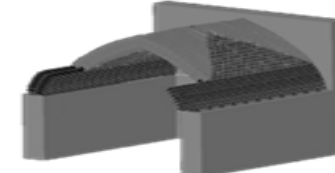
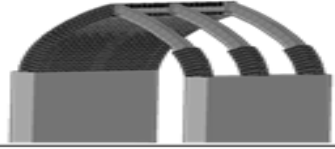
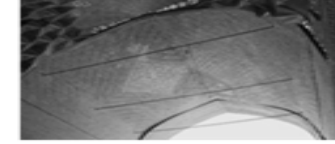
نگارندگان). تصویر سمت چپ.

شیوه‌های چینش تاق آهنگ به روش‌های متفاوتی بوده و به پنج‌دسته تقسیم می‌شوند (جدول شماره ۱). این شیوه‌های اجرایی، با توجه به عوامل گوناگونی از جمله، نوع مصالحی که تاق با آن ساخته می‌شود، نوع ملاتی که در ساخت تاق به کار می‌رود، ابعاد دهانه‌ای که قرار است توسط تاق پوشش داده شود، وجود یا عدم وجود قالب، نمایان یا پنهان بودن سازه اصلی تاق، اجرا در سطح تراز یا شیب‌دار و توانایی معمار مورد انتخاب قرار می‌گیرند.

دارد تا با شناخت و روش چیدمان تاق لی‌لی‌پوش، توانمندی و خلاقیت معماران گذشته را آشکار ساخته و در کنار آن راهکارهایی برای احیای دوباره این پوشش برای مناطق روستایی به‌ویژه، در مکان‌هایی که امکانات تکنولوژی چندانی وجود ندارد، گام بردارد. متغیرهای این پژوهش از نوع کیفی هستند. روش تحقیق نیز، روش استنتاجی است، چراکه از کل به جز پرداخته شده است و ابتدا به بررسی طاق‌های لی‌لی‌پوش و سپس زیرمجموعه‌های آن مورد تحلیل قرار گرفته‌اند (اسحاقیان، ۱۳۹۵: ۳۲). همچنین برای جمع‌آوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی‌های میدانی و گفتگو با استادکاران معماری سنتی ایرانی استفاده و به تحلیل ساختار انواع تاق آهنگ از نظر هندسی و اجرایی (با توجه به اطلاعاتی که از استادکاران به‌دست آمده) پرداخته شده است. بدین ترتیب ابتدا مطالعات انواع تاق آهنگ از نظر شکل و ساخت، گردآوری شده و با بررسی‌های میدانی مورد تحلیل قرار گرفته و با اطلاعاتی که از گفتگو با استادکاران به‌دست آمده کلیه اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار ترسیم^۱ موردبازسازی تصویری قرار گرفته است؛ سپس چینش این نوع پوشش‌ها با استفاده از نرم‌افزار ترسیم اجرا و به‌صورت مجدد به استادکاران مناطق دیگر نیز نشان داده و نظرات آن‌ها در این نوع چینش لحاظ شده است.

ساخت و افزار تاق آهنگ

یکی از تاق‌هایی که هم‌خوانی مناسبی با شرایط گوناگون مصالح، چیدمان و پلان بنا دارد، تاق آهنگ نامیده می‌شود. نمونه کهن آن را می‌توان در هفت‌تپه، آرامگاه‌های زیرزمینی چغازنبیل و در تپه نوشین جان ملایر مشاهده کرد؛ تاق آهنگ، بانام تاق گهواره‌ای نیز خوانده می‌شود و از حرکت یک چفد بر روی دو دیوار

نام تاق	شيوه چينش	تصویر (چیدمان رج به رج)
تاق آهنگ	رومی	
	پر	
	لاپوش	
	رومی + پر	
	پلکانی	
	رومی + پر	
	آذینی	

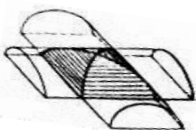
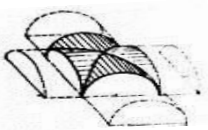
ج ۱. بررسی انواع شیوه‌های چینش تاق آهنگ (منبع: نگارندگان).

هندسه نظری و ساختار تاق‌ها (معرفی انواع تاق آهنگ)


انواع تاق در ایران متناسب با عملکرد و اقلیم منطقه مورد استفاده، طبقه‌بندی می‌گردد. گستردگی انواع تاق‌های ایرانی از لحاظ فرم و ارتباط مستقیم نحوه عملکرد نیروها در تاق‌ها، نیاز به شناخت و دسته‌بندی دارد. هندسه نظری تاق آهنگ از حرکت یک چفد در یک راستا تشکیل شده و شکل آن نزدیک نیم‌استوانه

است. این تاق، مبنای ساخت تاق‌های مختلفی شده است که از جمله می‌توان به تاق چند بخش و چند ترک اشاره کرد، چراکه در گذر زمان تلاش برای پوشاندن فضاها در جهت سبک کردن و استفاده از فن‌آوری و روش‌های اجرایی ساده و آسان بوده است؛ تاق‌های چهار بخش و چهار ترک از ترکیب دو نیم‌استوانه عمود بر هم تشکیل می‌شوند (جدول شماره ۲). همچنین تاق‌های کرمانی پوش و لی‌لی پوش نیز از انواع تاق‌های آهنگ

محسوب می‌شوند (جدول شماره ۳).

نوع تاق	تاق چهاربخشی	تاق چهار ترک
تصویر		

ج ۲. هندسه نظری فرآیند شکل‌گیری تاق‌های چند بخش و چند ترک (منبع: نگارندگان).

انواع تاق آهنگ	ویژگی‌ها	تصویر	چیدمان سازه‌ای
اتاق آهنگ متداول	با دو دیوار	قرارگیری تاق بر روی دو دیوار	
	با سه دیوار	قرارگیری تاق بر روی سه دیوار	
تاق کرمانی پوش	عموماً بر روی چهار دیوار اجرا می‌شود	کاروانسرای وکیل کرمان	
تاق لی‌لی پوش	یک سویه	بر روی سه دیوار اجرا می‌شود	کاروانسرای در مسر اصفهان - فشارک
	دو سویه	بر روی چهار دیوار اجرا می‌شود	تاق لی‌لی پوش - روستای مزینان سبزوار
تاق چهار بخش	بر روی چهار ستون ساخت می‌شود و از نظر هندسه نظری از برخورد دو تاق آهنگ ایجاد شده است.	مسجد سید، اصفهان	
تاق چهار ترک	بر روی چهار دیوار ساخته می‌شود و هندسه عملی و نظری آن شبیه تاق آهنگ است و از برخورد دو تاق آهنگ تشکیل شده است.	کاروانسرای راه اصفهان	

ج ۳. معرفی انواع ساختارهای پوششی پدیدآمده از تاق آهنگ (منبع: نگارندگان).

نحوه اجرای تاق آهنگ (هندسه عملی):

چیدمان تاق آهنگ بسته به شرایط اجرا، وجود یا عدم وجود قالب و بودن یا نبودن چوب در آن منطقه و شرایط هندسی پلان متفاوت و به پنج روش چینش (هره یا رومی، پر یا ضربی، لاپوش یا چپله، آمیزه ای و آذینی) (جدول شماره ۱) و سه روش و فن‌آوری ساخت، انجام می‌شود، درگونه‌ای از روش‌هایی که از قالب استفاده نمی‌شود، خشت‌های نخستین را روی اسپر قرار داده و به صورت مایل می‌چینند که این امر سبب اجرای تاق بدون استفاده از قالب و صرفاً با استفاده از دیوار پشتواره انجام‌پذیر است و روشی هوشمندانه محسوب می‌شود (کروچی، ۱۳۸۳: ۳۵) (جدول شماره ۴).

نوع تاق	نوع اجرا	ویژگی‌های اجرایی
تاق آهنگ	با قالب	قالب نقش باربری دارد و از مصالح چوب، فلز و یا لنگه گچی برای ساخت آن استفاده می‌شود
	بدون قالب	روش به کار بردن دیوار پشتواره بدون دیوار پشتبند (استفاده از تاق لی‌لی پوش)

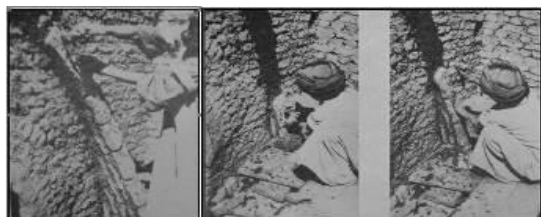
ج ۴. بررسی انواع اجرای تاق آهنگ (منبع: نگارندگان).

این سه روش در نقاط مختلف ایران بسته به شرایط موجود، به روش‌های ذیل انجام می‌شده‌است:

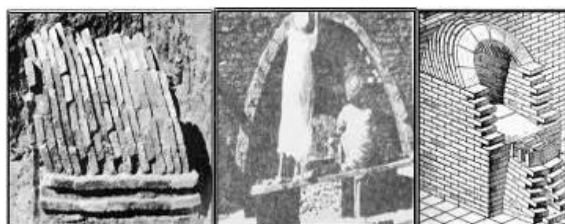
۱. ساختن تاق آهنگ می‌تواند با استفاده از قالب انجام شود، اما از این روش به‌ندرت استفاده شده چراکه امکان ساخت تاق آهنگ بدون قالب وجود دارد و دوم آنکه تهیه قالب چوبی در همه‌جا امکان‌پذیر نیست و در صورت وجود هم خطر موربانه، کیفیت چوب را تهدید خواهد کرد. در این شیوه رگ‌ها کاملاً موازی با یکدیگر بوده و افتادگی ندارد. در این شیوه دیوار انتهایی تا پای‌کار ساخته‌شده و ادامه می‌یابد و تا انتهای ارتفاع تاق ساخته می‌شود، این روش با استفاده از قالب و به‌صورت چینش رومی اجرا می‌شود.

۲. شیوه دوم به‌گونه‌ای است که پس از اتمام آجرکاری دیوارها و آماده شدن پایه تاق، دیوار انتهایی تالار تا

تاق از داخل، مانع از بیرون زدگی آجرها یا خشت‌ها شود (فرزانه، گفتگوی شخصی با نویسندگان، ۱۳۹۰)؛ (تصاویر شماره ۴-۶).



ت ۴. مرحله ۳- چیدن آجر روی خط قوس دیوار بر روی دیوار پشتواره. محل اجرای تاق: کشور مصر (منبع: بزنوال، ۱۳۷۹؛ فتیحی، ۱۳۸۲).



ت ۵. مرحله ۴- پیش آمدن آجرها و تمایل آجرها به سمت دیوار. محل اجرای تاق: کشور مصر (منبع: بزنوال، ۱۳۷۹ و فتیحی، ۱۳۸۲).



ت ۶. همباد شدن تاق با استفاده از ریسمان‌ها، ابرکوه استان یزد، مرمت تاق (منبع: نگارندگان).

از این روش برای ساخت تاق آهنگ هنگامی که قالب و یا چوب در دسترس نبوده است، استفاده می‌کردند به گونه‌ای که در انتهای دیوارهای کناری، دیوار عرضی (دیوار پشتواره) را تا ارتفاع اولیه تاق بالا می‌آورند.

ارتفاع پوشش ساخته شده و قوس مورد نظر روی آن رسم گردیده، سپس آجرکاری تاق با چسباندن آجر روی خط دور و هر رگ روی رگ ماقبل شروع و به اتمام خواهد رسید. اجرا به شیوه ضربی بوده و به این نوع پوشش، گهواره‌ای گویند (فرزانه^۱)، گفتگوی شخصی با نویسندگان، ۱۳۹۰. این شیوه در مصر هم بسیار مورد استفاده قرار گرفته است (فتیحی، ۱۳۸۲: ۴۶-۴۹). شیوه اجرا از نظر استادکاران به روش زیر است:

- این تاق بر روی دیوار پیوسته (چهار دیوار را هم‌زمان باهم می‌چینند) شکل می‌گیرد که بار تاق توسط این دیوارها، به زمین منتقل می‌شود (فرزانه، گفتگوی شخصی با نویسندگان، ۱۳۹۰).^۲ در صورتی که در پشت کار دیوار نباشد، به طور موقت تیغه می‌چینند که صرفاً دیوار پشتواره جهت مشخص کردن و رسم شکل قوس می‌باشد (محسنی نائینی^۳)، گفتگوی شخصی با نویسندگان، ۱۳۹۰ (تصویر شماره ۳).



ت ۳. مرحله ۲- خط انداختن قوس روی دیوار با استفاده از ملات. محل اجرای تاق: کشور مصر (منبع: بزنوال، ۱۳۷۹؛ فتیحی، ۱۳۸۲).

استادکاران با استفاده از گچ، شکل قوس را به وسیله ریسمان و میخ بر دیوار پشت، پیاده‌سازی می‌کرده‌اند. بلندای قوس به دهانه‌ای که آن را می‌پوشاند و نوع مصالح در دسترس وابسته است. در فرآیند اجرایی این تاق عموماً سه ریسمان برای همباد شدن تاق مورد استفاده قرار می‌گیرد تا افزون بر یک راستا بودن

سپس آجرها را به شکل عمود بر رگ‌های دیوار قرار می‌دهند. تاق با دو زاویه تمایل ساخته می‌شود، یکی با زاویه تمایل نسبت به دیوار پشتواره و دیگری با زاویه تمایل نسبت به قوسی که تاق بر پایه آن ساخته می‌شود؛ بنابراین قبل از ساختن تاق، روی دیوار پشتی، قوس سازنده‌ی تاق را ترسیم می‌کنند.

در اجرای این روش یک ردیف آجر را می‌چینند و در ردیف بعدی آجرها به‌گونه‌ای بر روی هم قرار دارند که بند دو ردیف روی هم قرار نگیرد تا استحکام پوشش آن بیشتر شود. سپس چینش را ادامه داده تا نزدیک به انتهای کار، سطح کل فضا پوشانده شود. در اصطلاح بنایی آن را پرور می‌کنند یعنی تکرار می‌کنند و در مجموع به آن پرور کردن گویند. برای نزدیک شدن سطح تمایل زاویه موردنظر به خط عمود، در پشت رگ‌های آن از خورده‌های آجر یا سفال استفاده می‌کنند، زاویه بین آجر و دیوار، بسته به نوع چفد مولد متفاوت بوده و هیچ‌گاه صفر نمی‌شود، این فاصله را با استفاده از گاز (خرده آجر یا سفال) پر می‌کنند (فرزانه، گفتگوی شخصی با نویسندگان، ۱۳۹۰).

۳. شیوه سوم در ساخت تاق آهنگ، استفاده از فن‌آوری ساخت تاق لی‌لی پوش است، به‌گونه‌ای که در ساخت آن نیاز به استفاده از قالب و دیوار پشتواره از بین رفته‌است.

نحوه چیدمان تاق لی‌لی پوش در خانه‌های روستایی

پس از اتمام چیدمان آجر دیوارها و آماده شدن پایه تاق، دیوار انتهایی را تا تراز پایه تاق ساخته و سپس از دو گوشه شروع به زدن تاق به شیوه ضربی کرده تا به یکدیگر متصل شده و سپس دور آن را شروع به آجرچینی می‌کنند، در این شیوه رگ‌های آجرها روی یکدیگر خوابیده و نسبت به سطح افقی متمایل می‌باشند، همچنین ممکن است آجرکاری سقف را از

چهارگوشه شروع کرده و در وسط سقف آن را به پایان رسانند که این پوشش را لی‌لی پوش می‌نامند (کاشانی، ۱۳۶۶: ۸۸-۸۹)؛ یکی از کهن‌ترین شیوه‌های چیدمان تاق‌های لی‌لی پوش، در تل الرماح در عراق ساخته شده‌است (تصویر شماره ۷)، همچنین تاق‌های لی‌لی پوش باقی‌مانده در ایران عموماً از دوران صوفیه و قاجار هستند. از این شیوه در مناطق گرم و خشکی مانند مناطق کویری و روستایی ایران همچون استان‌های یزد و کرمان به علت کمبود چوب، از مصالح بوم‌آورد برای پوشش سقف و ساخت بناها استفاده می‌کنند. در ساخت تاق، چوب تنها به‌عنوان یک قالب کاربرد دارد و به شکل موقت استفاده می‌شود و بعد از اتمام کار برداشته خواهد شد. اگر چوب در دسترس نباشد، از تاق‌هایی استفاده می‌شود که هیچ لنگه‌ای ندارند که می‌توان تاق آهنگ با دیوار پشتواره و یا واقتاده یا لمیده^۴ را نام برد. در صورتی که برای پوشش سقف، از دیوار پشتواره هم استفاده نشود و چوب، هم برای ساخت و هم برای قالب‌گذاری وجود نداشته باشد از اجرای تاق آهنگ به‌صورت لی‌لی پوش استفاده خواهد شد. به‌طورکلی فن‌آوری ساخت تاق آهنگ به دو صورت امکان‌پذیر است، یا با استفاده از قالب این تاق اجرا می‌شود و یا با استفاده از دیوار پشتواره عمودی که در این صورت نیاز به استفاده از قالب را برطرف خواهد کرد. دیوار پشتواره ممکن است ارتفاع بگیرد و یا ممکن است فقط تا زیر تاق ارتفاع داشته باشد (تصویر شماره ۸)؛ اما در فن‌آوری ساخت تاق لی‌لی پوش نه تنها نیاز به استفاده از قالب وجود ندارد بلکه نیاز به دیوار پشتواره هم وجود نخواهد داشت. دیواره پشتواره دیواری با ارتفاع زیاد است که حجم مصالح مصرفی را افزایش می‌دهد و هم خط آسمان، ساختمان‌ها را در هم می‌شکند.

(جدول شماره ۷ (الف)). اجرای چفد مولد با ارتفاع (بلندا) زیاد، باعث ازدیاد ضخامت دیوار پشت (جدول شماره ۶ قسمت پلان)، خواهد شد. به علت اینکه ضخامت این دیوار بیش از حد افزایش پیدا نکند در مناطق مختلف راهکارهای هندسی متفاوتی را به کار بسته اند به گونه ای که چفد تاق باید به صورت خفته و خوابیده (ارتفاع کم) باشد و یا با استفاده از تنوع در شکل تهرنگ راهکارهای مختلفی جهت کاهش ضخامت دیوار پشت و افزایش حجم فضای داخلی، استفاده شده است. خفته بودن چفد تاق سبب کاهش حجم، در فضای مربوطه خواهد شد و این امر در سرمایه و گرمایش فضا و کاهش استفاده از سوخت، مؤثر خواهد بود، چراکه حجم فضای زیر کاهش یافته است. (جدول شماره ۶ و جدول شماره ۷).



ت ۷. یکی از کهن ترین نمونه های تاق لی لی پوش. تل الرماح در عراق، (منبع: بزנוال، ۱۳۷۹: ۱۰۸).



ت ۸. اجرای تاق آهنگ با استفاده از دیوار پشتواره. آتشکده فیروز آباد، استان فارس (منبع: نگارندگان).

شیوه چیدمان تاق لی لی پوش به طور معمول برای سقف مکان هایی که نمای آن حائز اهمیت نبوده، کاربرد داشته و صرفاً جهت پوشاندن فضا و تاق برای مسکن روستایی استفاده می شده است؛ عدم وجود استادکاران ماهر، دسترسی به مصالح ارزان قیمت و در دسترس همچون خشت، عدم امکان رویش گیاهان و کمبود چوب در مناطق کویری، استفاده از شیوه چیدمان تاق لی لی پوش را در این مناطق، توسعه داده است و از طرفی ارتفاع کوتاه این شیوه در تأمین آسایش محیطی کمک شایانی کرده است (جدول شماره ۵).

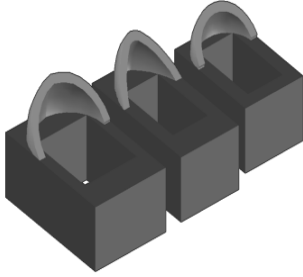
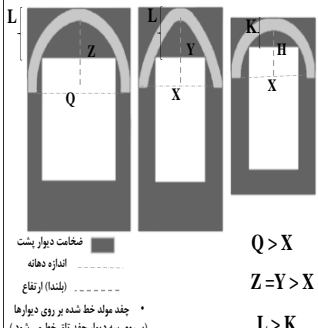
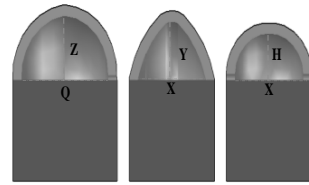
برای اجرای تاق لی لی پوش، چیدمان آجر به صورت هم زمان از روی سه دیوار شروع می شود و بالا می آید

چیدمان سازه ای تاق لی لی پوش یک سوپه	تصویر تاق لی لی پوش یک سوپه	ویژگی های اجرایی
		چینش پر
		افزای کم
		چفد کفنه
		نداشتن قالب

کونکی در شهر ناین

ج ۵. ویژگی های چیدمان تاق لی لی پوش (منبع: نگارندگان).

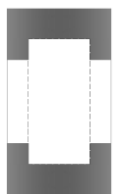
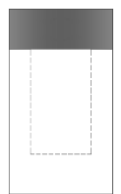
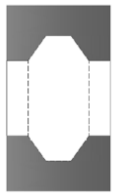
تاق لی لی پوش عموماً با استفاده از خشت و بدون استفاده از قالب ساخته می شود؛ ولیکن این نوع تاق در بعضی از مناطق کوهستانی، با استفاده از سنگ نیز ساخته شده است که در این صورت نیاز به قالب خواهد داشت؛ چراکه سنگ، مصالحی با وزن زیاد است و استفاده از قالب، فرم تاق را مناسب می کند، اما استفاده از این روش فقط در مناطقی که چوب یافت می شود، امکان پذیر است (تصویر شماره ۹).

پرسبکتیو			پلان			نما		
جغد مولد با اندازه دهانه Q و بلندی Z	جغد مولد با اندازه دهانه X و بلندی Y	جغد مولد با اندازه دهانه H و بلندی X	جغد مولد با اندازه دهانه Q و بلندی Z (ضخامت دیوار پشتواره L)	جغد مولد با اندازه دهانه X و بلندی Y (ضخامت دیوار پشتواره L)	جغد مولد با اندازه دهانه H و بلندی X (ضخامت دیوار پشتواره K)	جغد مولد با اندازه دهانه Q و بلندی Z	جغد مولد با اندازه دهانه X و بلندی Y	جغد مولد با اندازه دهانه H و بلندی X
			 <p> $Q > X$ $Z = Y > X$ $L > K$ </p> <p> ضخامت دیوار پشت اندازه دهانه (بلندی) ارتفاع * جغد مولد خط شده بر روی دیوارها (بر روی سه دیوار جغد تاق خط می شود) </p>					

ج ۶. چگونگی تأثیر ارتفاع جغد مولد برای ساخت تاق بر ضخامت دیوار پشت: (منبع: نگارندگان).



ت ۹. استفاده از قالب گچی برای ساخت تاق لی لی پوش با استفاده از مصالح سنگی (منبع: آرشو شخصی دکتر فخار تهرانی).

ردیف	الف	ب	ج
نوع تاق	اجرای تاق از روی سه دیوار	افزایش ضخامت دیوار تعیین شده	شکل تهرنگ جهت جلوگیری از افزایش ضخامت دیوار
تهرنگ تاق لی لی پوش دو سویه			

ج ۷. نحوه اجرا و تهرنگ تاق لی لی پوش بر روی سه دیوار (منبع: نگارندگان).

انتهای آن با شیوه لی لی پوش اجرا شده و در ابتدای کار یک توپزه لب بند با استفاده از قالب چوبی می زنند. توپزه لب بند به صورت رمی اجرا می شود و بعد بین تاق و توپزه لب بند را با آجر پر می کنند (تصویر شماره ۱۰ و تصویر شماره ۱۱).

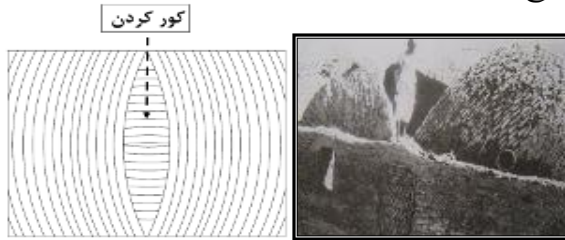
نیاز است که برای پوشاندن بخش پایانی کار از شیوه های گوناگون کور کردن استفاده کنند تا فاصله بین تاق و توپزه لب بند پوشانده شود. در این شیوه تاق به اصطلاح معماران، وافتادگی یک سویه دارد.

انواع شیوه چیدمان تاق لی لی پوش

در شیوه ی اجرای تاق لی لی پوش، دیوارهای چهار طرف تاق ساخته می شود و به یک اندازه بالا می آید. آجرها ابتدا در چهار کنج روی دیوارها دوبه دو با همدیگر بالا می آیند که به صورت گردچین ساخته شده و تا به تراز ارتفاعی انتهای قوس سازنده تاق برسند. از اینجا آجرها شبیه به شیوه استفاده از دیوار پشتواره ادامه می یابد و با استفاده از چیدمان پر شکل می گیرد. این شیوه هم به دو صورت قابل اجراست:

شیوه لی لی پوش یک سویه: در این شیوه تنها تاق در

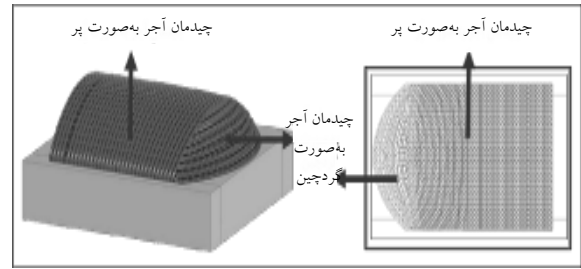
را خواهد داشت، در صورتی که تاق لی لی پوش دوسویه، هیچ نیازی به چوب نخواهد داشت.



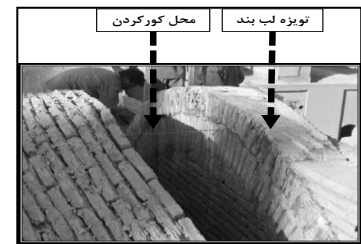
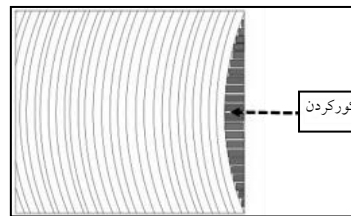
ت ۱۲. پلان و نمایی از تاق لی لی پوش دوسویه (کشیده).
(منبع: بزئوال، ۱۳۷۹: ۱۱۴).

مرحله نوع تاغ	لی لی پوش دو سویه (پلان)	لی لی پوش دو سویه (پرسپکتیو)
گام اول آماده کردن تهرنگ		
گام دوم چیدن آجر های چغد مولد تاغ در دو طرف دیوار		
گام سوم چینش تاغ لی پوش در یک سو		
گام چهارم چینش تاغ لی پوش در دو سو		
گام پنجم چینش تاغ به صورت آهنگ		
گام ششم کور کردن تاغ در وسط		

ج ۷. شیوه گام به گام ساخت تاق لی لی پوش دوسویه
(منبع: نگارندگان).



ت ۱۰. پلان و نمایی از تاق لی لی پوش دوسویه (کشیده)
(منبع: نگارندگان).

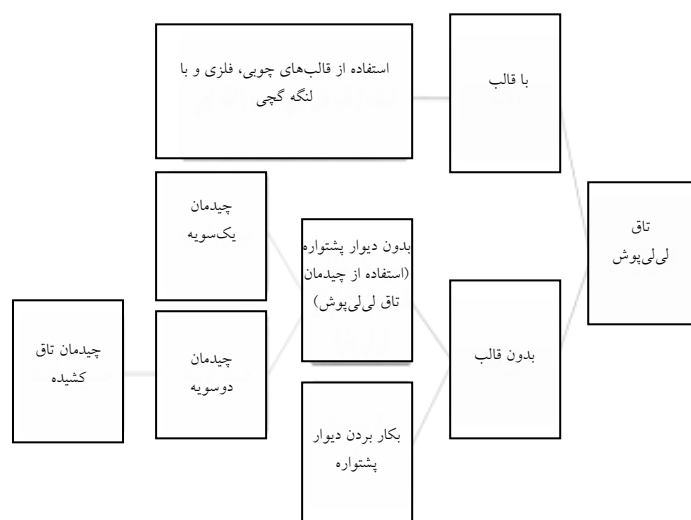


ت ۱۱. کور کردن تاق لی لی پوش یک سویه (منبع:
نگارندگان، شهر ابرکوه استان یزد).

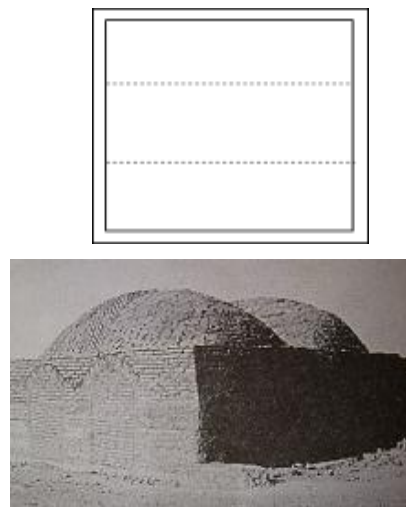
شیوه لی لی پوش دوسویه: هم از انتها و هم از ابتدای کار، تاق را به شیوه لی لی پوش اجرا می کنند. لذا بخشی میانی فضای تاق با استفاده از کور کردن پر می شود. بیشترین روشی که برای کامل کردن در این بخش به کار می رود، شیوه ای به نام گرده ماهی است. در این شیوه به اصطلاح معماران سنتی تاق آهنگ و افتادگی دوسویه دارد (ولی بیگ، ۱۳۹۱: ۴۹) (تصویر شماره ۱۲ و جدول شماره ۷). تاق لی لی پوش دوسویه، نسبت به تاق لی لی پوش یک سویه عملکرد مناسب تری دارد، چراکه تاق لی لی پوش یک سویه، نیاز به استفاده از چوب در انتهای کار برای ساخت تویزه لب بند و کور کردن تاق

تاق کشیده: اگر در میانه شیوه چیدمان تاق لی‌لی پوش دوسویه، لنگه گچی به‌کار برند و بر روی آن یک تویزه میانی که دو سر آن بر روی دو دیوار کناری است، استفاده شود، در این صورت به آن تاق کشیده با لنگه‌های میانی می‌گویند (گدار، ۱۹۳۶). (تصویر شماره ۱۳). تعداد لنگه‌های گچی می‌تواند متنوع و

متفاوت باشد؛ و در پلان‌های مربع و مستطیل قابل اجرا است، همچنین در بعضی از بناها در ایوان بنا از تاق کشیده استفاده شده است. نمونه‌ای از این نوع تاق در کاخ عالی قاپوی اصفهان نیز به‌کاربرده شده است. شیوه چینش تاق کشیده به دو صورت پر و خفتِ راسته اجرا می‌شود (تصویر شماره ۱۴).



ت ۱۴. دسته‌بندی شیوه اجرای تاق لی‌لی پوش (منبع: نگارندگان).



ت ۱۳. پلان و نمایی از تاق لی‌لی پوش دوسویه (کشیده)، (منبع: گدار، ۱۹۶۳).

نتیجه

کمبرود چوب و آسیب‌های آن (موریانه) موجب شده است که ساخت پوشش با مصالح بوم‌آورد مانند تاق آهنگ در ایران رواج یابد. این نوع تاق به شیوه‌های چینش متفاوت قابل اجرا است (رومی، پر، لاپوش، آمیزه‌ای و آذینی) و استفاده از چوب را به حداقل رسانده و تنها در روش چیدمان رومی این نوع تاق نیاز به چوب داشته است. روش چیدمان پر نیاز به قالب (چوب) نداشته و با استفاده از دیوار پشتواره این تاق اجرا می‌شده و همین امر سبب افزایش میزان مصالح می‌شده است. نوع دیگر ساخت به روش لی‌لی پوش

است که به دلیل عدم نیاز به چوب و دیوار پشتواره نسبت به سایر روش‌ها، اجرایی بهینه محسوب می‌شود. در این روش حجم مصالح مصرفی و ارتفاع قوس مولد کاهش یافته و این کاهش ارتفاع سبب کاهش ارتفاع فضای زیرین تاق می‌گردد که گرمایش و سرمایش را در شرایط اقلیمی کویری بهبود و از سوی دیگر استفاده از سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد (بخش ۵). از سایر مزایای استفاده از این تاق نسبت به سایر روش‌ها، سهولت ساخت و عدم نیاز به مهارت بالای استادکاران می‌باشد. خلاقیت استادکاران در طی گذر زمان و اجرای تاق‌های گوناگون باعث شده است، که به‌نوعی از

می‌گیرد که ساختار نیم‌استوانه پیدا کرده و یا با استفاده از دیوار پشت‌بند ساخته می‌شود که بخش میانی آن‌ها شبیه به تاق لی‌لی پوش است.

۳. محسنی: یوسف محسنی نائینی متولد نائین از توابع استان اصفهان و از نوادگان استاد محمدحسین محسنی نائینی که از نوابع مرمت‌گری ایران محسوب می‌شود، است (سجادی نائینی، ۱۳۸۸، ۱۴۰).

۴. این واژه‌ها توسط استادکاران سنتی به‌کار می‌رود، همچنین استاد‌های دانشگاهی نیز همچون دکتر فرهاد تهرانی از این واژه استفاده کرده و در شهرهایی همچون ابرکوه در استان یزد هنوز مصطلح است.

فهرست منابع

- اسحاقیان، مهدی. (۱۳۹۵)، می‌خواهم پژوهشگر شوم. تهران: نشر نوشته.
- بزنیوال، رولان. (۱۳۷۹). فن‌آوری تاق در خاور کهن. حبیبی، محسن. تهران: انتشارات میراث فرهنگی کشور.
- پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۷۰)، درس‌نامه معماری اسلامی ۲، دانشگاه تهران، تهران.
- پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۷۳)، تاق و چفد، شماره ویژه فصلنامه اثر، ش ۲، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- فخار تهرانی، فرهاد. ۱۳۸۹. آرشو شخصی. تهران: منتشر نشده.
- زمرشیدی، حسین. (۱۳۷۳)، تاق و قوس در معماری ایران. چاپ اول، تهران: تکپهان.
- سجادی نائینی، سیدمهدی. (۱۳۸۸). معماران و مرمت‌کاران سنتی اصفهان، سازمان فرهنگی تفریحی شهرداری اصفهان مرکز اصفهان‌شناسی و خانه ملل.
- فتحی، حسن. (۱۳۸۲). ساختمان‌سازی برای مردم. ترجمه: علی اشرفی. تهران: دانشگاه هنر.
- فخار تهرانی؛ فرهاد، پارسا؛ سروناز. (۱۳۹۲)، نگاهی بر هندسه نظری گنبد و تاق در معماری ایرانی، نخستین همایش فناوری و سازه‌های سنتی با محور گنبد‌ها، تهران، موسسه آموزش عالی علوم و فنون تهران.
- فرزانه محمدی، غلامرضا. (۱۳۹۰)، مصاحبه نگارندگان. نائین: منتشر نشده. ۲۸ اردیبهشت.
- کاشانی، غیاث‌الدین جمشید. (۱۳۶۶)، رساله تاق و ازج. ترجمه سید علیرضا جذبی، چاپ اول، تهران: انتشارات صدا و سیما جمهوری اسلامی.
- کروچی، جورجو. (۱۳۸۳). ارگ بم پس از زمین‌لرزه. ترجمه باقر آیت‌الله زاده شیرازی. مجله اثر. شماره ۳۷ و ۳۶.

فن‌آوری پوشش‌دهی فضایی دست‌یابند که حتی افراد ساده‌روستایی با کمترین مهارت امکان اجرای آن را داشته باشند. از سوی دیگر تأکید می‌شود این تاق حاصل تجربه معماران بسیار گوناگون و شناخت آن‌ها نسبت به دانش مصالح و توانمندی آن‌ها در دوران متمدنی است. با توجه به میزان کشیدگی فضا (نسبت طول به عرض پلان) معماران در فرآیند ساخت تاق لی‌لی پوش شیوه‌های متنوعی را به‌کار گرفته‌اند. این شیوه‌ها شامل اجرای دوسویه، اجرای یک‌سویه و اجرا با لنگه‌های (تویزه‌های) میانی است. بهره‌گیری از دیوارهای دوسویه عرضی فضای مستطیل شکل با ضخامت زیاد باعث خواهد شد معمار امکان تکیه دادن رگ‌های اول تاق را بر روی گوشه‌ها بدون اجرای تویزه یا قالب داشته باشد. با قرار دادن خرده‌های آجر در زیر رگه‌های تاق کم‌کم، تاق از روی دیوار فاصله گرفته و فضا را پوشش می‌دهد. در اینجا حرکت افقی و عمودی آجر با یکدیگر ترکیب شده تا امکان فاصله گرفتن از لبه دیوار و نیز امکان پوشش‌دهی فضا را فراهم آورد.

تقدیر و تشکر

همچنین نویسندگان از آقایان استاد مرحوم غلامرضا فرزانه نائینی و استاد یوسف محسنی نائینی که تجربیات ارزنده خود را در اختیارشان قرار داده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

پی‌نوشت

۱. فرزانه: غلامرضا فرزانه‌ای محمدی معروف به فرزانه در سال ۱۳۰۵ هجری خورشیدی، در نائین متولد شد وی از استادکاران نامی ایران محسوب می‌شود که از کارهای وی می‌توان به مرمت مسجد جامع اردستان، مرمت مسجد جامع نطنز، مرمت باغ فین کاشان، مرمت مجموعه بناهای افوشته در نطنز و ... اشاره داشت (سجادی نائینی، ۱۳۸۸، ۱۸۳).
۲. منظور استاد فرزانه نائینی تاق لی‌لی پوش دوسویه است که بر روی چهار دیوار قرار می‌گیرد. تاق آهنگ یا روی دو دیوار موازی قرار

- گدار، آندره. آثار ایران. (۱۳۶۹)، **تاق‌های ایرانی**، ترجمه‌ی کرامت الله افسر، تهران؛ فرهنگسرا.
- محسنی نائینی، یوسف. (۱۳۹۰)، ر مصاحبه نگارندگان. نائین: منتشر نشده، ۲۸ اردیبهشت.
- معماریان، غلامحسین. (۱۳۶۶)، **معماری ایرانی: نیارش**. تدوین هادی صفایی پور. تهران: نغمه نو اندیش.
- ولی بیگ، نیما. (۱۳۹۱)، رابطه بین هندسه نظری- عملی و پایداری تاق‌های آهنگ آجری، پایان‌نامه دکترا گرایش بناها و بافت‌های تاریخی، دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان.
- ولی بیگ؛ نیما، مهدی‌زاده سراج؛ فاطمه، تهرانی؛ فرهاد. (۱۳۹۱)، ویژگی‌های هندسی و ریاضی در ساختار چفد پنج او هفت تند در پوشش تاق آهنگ ایرانی، **دو فصلنامه مرمت، آثار و بافت‌های تاریخی**، فرهنگی، شماره سوم، اصفهان.
- Besenval, R, (1984). Technologie de la voute, Publisher: Paris Editions Recherche sur les civilisations.
- Godard. A, (1936), Athar É- Iran, JOH. Enschede En Zonen, Haarlem, Tomel Iii, V.
- Golombek, I., Wilber, D., (1988). The timurid architecture of Iran and turan. Princeton, N.J.: Princeton Univer
- <http://doi.org/10.22034/39.171.73>